

**Simulasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan *Fuzzy Inference System* Metode Mamdani pada MATLAB**  
Traffic Light Simulation using Fuzzy Inference System with Mamdani Method  
implemented in MATLAB

<sup>1</sup>Muhammad Randhy Fadhillah, <sup>2</sup>Iciah Sukarsih, <sup>3</sup>Erwin Harahap

<sup>1,2,3</sup>Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung,  
Jl. Ranggamalela No.1 Bandung 40116

email : <sup>1</sup>randhyfadhillah@gmail.com, <sup>2</sup>sukarsh@yahoo.co.id, <sup>3</sup>erwin2h@gmail.com

**Abstract.** The bad traffic light control system has been a common matter in Indonesia which cause the traffic jam especially for the downtown area. Basically, the traffic light control system is only set by a static time. Unfortunetely, in fact the amount of vehicle crowd in an intersection is inappropriate with the static time which has made a bad impact, i.e. the increase of the amount of vehicle. One of the solution to decrease the amount of vehicle crowd is creating the optimization of the traffic light control system. The aim of this research is to make a prototype model which can control the duration of the green-light-time using fuzzy inference system with Mamdani method. The input variable of this research is the average of green track crowd volume and the average of red track crowd volume. The calculation process is using fuzzy inference system with Mamdani method wich is provided by MATLAB's toolbox through a several process such us fuzzy set forming, application of implication function, composition rule, and defuzzification. The conclusion is the traffic light control system which is using fuzzy logic is more optimized than the conventional one (static time). The traffic light control system which using fuzzy logic can adaptively set the time with considerate the amount of vehicle that occurs in the intersection.

**Keywords:** Traffic Light, Fuzzy Logic, Fuzzy Inference System, Mamdani.

**Abstrak.** Sistem pengaturan lampu lalu lintas yang buruk sudah menjadi permasalahan yang umum di Indonesia yang mengakibatkan terjadinya kemacetan terutama di kawasan padat penduduk. Pada dasarnya sistem pengaturan lampu lalu lintas hanya melakukan pengaturan berdasarkan waktu yang tetap tetapi pada kenyataanya kepadatan kendaraan di suatu persimpangan tidak sesuai dengan waktu yang diberikan sehingga tingkat kepadatan akan semakin meningkat. Salah satu cara yang bisa memecahkan permasalahan untuk mengurangi kepadatan kendaraan yaitu dengan membuat sistem pengontrolan lampu lalu lintas yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model lamanya waktu lampu hijau menggunakan Fuzzy Inference System dengan menggunakan metode Mamdani. Variabel input yang digunakan pada penelitian adalah rata-rata volume kepadatan jalur hijau dan rata-rata volume kepadatan jalur merah. Untuk perhitungan data Fuzzy Inference System dengan metode Mamdani menggunakan toolbox yang ada di Software MATLAB melalui tahapan pembentukan himpunan fuzzy, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan, dan penegasan. Kesimpulan dari permasalahan ini adalah sistem lampu lalu lintas dengan menggunakan logika fuzzy lebih optimal dibandingkan dengan sistem konvensional(waktu yang tetap), dikarenakan sistem lalu lintas dengan menggunakan logika fuzzy dapat menyesuaikan dengan kepadatan yang sedang terjadi pada suatu persimpangan jalan.

**Kata Kunci:** Lampu Lalu Lintas, Logika Fuzzy, Fuzzy Inference System, Mamdani.

## A. Pendahuluan

Lampu lalu lintas mempunyai manfaat besar untuk membantu pengaturan lalu lintas di suatu persimpangan, diantaranya untuk menghindari terjadinya kemacetan dan kecelakaan kendaraan. Terkadang banyak kemacetan terjadi pada persimpangan jalan, padahal lampu lalu lintas seharusnya dapat mengatur arus jalan raya sehingga kemacetan atau kepadatan kendaraan dapat terhindarkan.

Terdapat dua jenis sistem pengontrol lampu lalu lintas di Indonesia yaitu sistem pengontrolan lampu lalu lintas konvensional dan sistem modern. Pada sistem konvensional, waktu pergantian lalu lintas untuk setiap persimpangan ditetapkan sama atau konstan. Misalnya disuatu persimpangan yang sepi diberikan waktu yang sama dengan persimpangan jalan lain yang sedang ramai kendaraan. Sistem seperti ini dinilai kurang efektif, karena selain menghabiskan waktu, metoda ini juga bisa membuat terjadinya pelanggaran lalu lintas yang dapat berakibat pada kecelakaan. Sistem pengontrol lampu lalu lintas yang modern dengan menggunakan ATCS (*Automatic Traffic Light Control System*) telah digunakan di kota-kota besar untuk mencegah terjadinya kemacetan. ATCS adalah sebuah sistem pengaturan lalu lintas bersinyal terkoordinasi yang diatur mencakup satu wilayah secara terpusat. Dengan ATCS penataan siklus lampu lalu lintas dilakukan berdasarkan input data lalu lintas yang diperoleh secara *real time* melalui kamera CCTV, selanjutnya dikontrol oleh operator diruang kontrol (*Central Control Room*) untuk mengontrol lampu lalu lintas. Tetapi dengan meningkatnya jumlah kendaraan menyebabkan ATCS berfungsi kurang optimal untuk itu dibuat sistem ATCS yang dapat bekerja menentukan lama penyalan lampu hijau secara otomatis berdasarkan kepadatan.

Salah satu solusi untuk masalah pengaturan lampu konvensional dan sistem ATCS sebagaimana diuraikan pada bagian sebelumnya, adalah dengan cara membuat sistem pengontrolan lampu lalu lintas secara otomatis yang dapat menyesuaikan dengan jumlah kedatangan kendaraan dari setiap jalur dengan menggunakan logika fuzzy.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dalam penelitian ini akan dibahas bagaimana proses penggunaan logika fuzzy metode Mamdani untuk pengaturan lampu lalu lintas dengan menggunakan *fuzzy inference system* pada MATLAB dan bagaimana simulasi optimalisasi pengaturan lampu lalu lintas menggunakan *fuzzy inference system* pada MATLAB.

## B. Landasan Teori

Sistem Inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference System/FIS*) disebut juga *fuzzy inference engine* adalah sistem yang dapat melakukan penalaran dengan prinsip serupa seperti manusia melakukan penalaran dengan nalurinya.

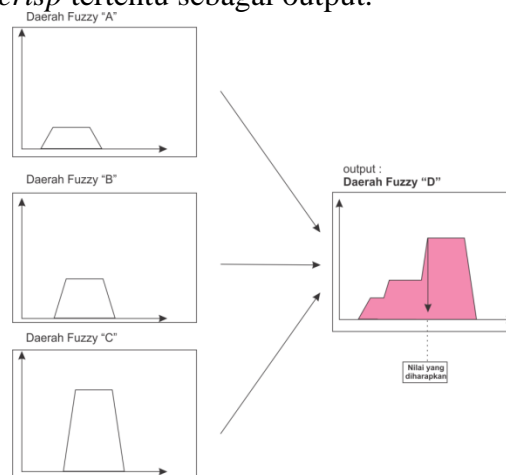
Terdapat beberapa jenis FIS yang dikenal yaitu Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto. FIS yang paling mudah dimengerti, karena paling sesuai dengan naluri manusia adalah FIS Mamdani. FIS tersebut bekerja berdasarkan kaidah-kaidah linguistik dan memiliki algoritma fuzzy yang menyediakan sebuah aproksimasi.

Metode inferensi fuzzy Mamdani merupakan sistem pengaturan pertama yang menggunakan teori himpunan fuzzy. Metode ini pertama kali diusulkan di tahun 1975 oleh Ebrahim Mamdani. Pembuatan metode ini berdasarkan karya ilmiah dari Lotfi Zadeh (tahun 1973) tentang algoritma fuzzy untuk sistem yang kompleks dan digunakan dalam proses pengambilan keputusan.

Metode Mamdani adalah satu jenis inferensi fuzzy dimana himpunan fuzzy yang merupakan konsekuensi dari setiap aturan dikombinasikan menggunakan operator agregasi dan menghasilkan himpunan fuzzy yang kemudian didefuzzifikasikan untuk menghasilkan keluaran tertentu dari suatu sistem. Metode ini menggunakan operator minimum sebagai implikasi fuzzy dan operator maksimum untuk komposisi.

Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan, yaitu :

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy  
Pada metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi  
Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN (minimum) yaitu akan memotong *output* himpunan fuzzy.
3. Komposisi Aturan  
Sistem ini terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu *max*, *additive* dan probabilitas *OR* (probor).
4. Penegasan (*defuzzy*)  
*Input* dari proses *defuzzification* adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*.

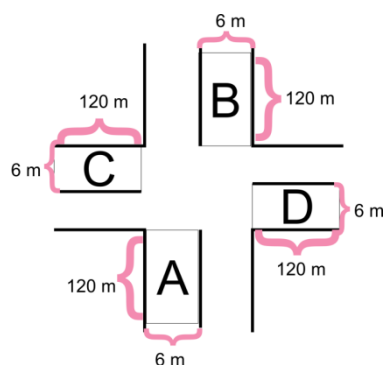


**Gambar 1.** Proses defuzzifikasi

Ada beberapa metode *defuzzy* yaitu Metode Centroid, Metode Bisektor, Metode *Mean of Maximum*, Metode *Largest of Maximum*, dan Metode *Smallest of Maximum*.

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Permasalahan kepadatan kendaraan pada lampu lalu lintas, sistem yang akan digunakan adalah sistem kontrol lalu lintas dengan menggunakan logika fuzzy. Untuk menyelesaikan masalah kepadatan kendaraan dipersimpangan menggunakan logika fuzzy metode Mamdani karena metode Mamdani bersifat intuitif, mencakup bidang yang luas dan sesuai dengan proses input manusia.



**Gambar 2.** Panjang dan Lebar Jalan

Dalam melakukan pengujian penulis menggunakan luas kepadatan kendaraan sebagai input. Jumlah kepadatan yang akan menjadi input data adalah Jalur.Hijau (0-720), dan Jalur.Merah (0-720). Output didapat dari pakar lalu lintas atau polisi adalah Waktu.Hijau (0-60).

Anggota himpunan fuzzy dari tiap variabel fuzzy, didapat masing-masing mempunyai nilai linguistiknya 4 anggota himpunan fuzzy. **Tabel 1** merupakan Himpunan Fuzzy.

**Tabel 1.** Himpunan Fuzzy

Jalur.Hijau	Jalur.Merah	Waktu.Hijau
Tidak Padat	Tidak Padat	Sebentar
Sedang	Sedang	Sedang
Padat	Padat	Lama
Sangat Padat	Sangat Padat	Sangat Lama

Untuk menentukan fungsi keanggotaan pada himpunan fuzzy untuk input variabel Jalur.Hijau yaitu :

$$\mu_{Tidak.Padat}[x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 216 \\ \frac{360 - x}{360 - 216} & ; 216 \leq x \leq 360 \\ 0 & ; x \geq 360 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} \frac{x - 0}{216 - 0} & ; 0 \leq x \leq 216 \\ 1 & ; 216 \leq x \leq 360 \\ \frac{504 - x}{504 - 360} & ; 360 \leq x \leq 504 \\ 0 & ; x \geq 504 \\ 0 & ; x \leq 216 \end{cases}$$

$$\mu_{padat}[x] = \begin{cases} \frac{x - 216}{360 - 216} & ; 216 \leq x \leq 360 \\ 1 & ; 360 \leq x \leq 504 \\ \frac{720 - x}{720 - 504} & ; 504 \leq x \leq 720 \\ 0 & ; x \leq 360 \end{cases}$$

$$\mu_{Sangat.Padat}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 360 \\ \frac{x - 360}{504 - 360} & ; 360 \leq x \leq 504 \\ 1 & ; 504 \leq x \leq 720 \end{cases}$$

Untuk menentukan fungsi keanggotaan pada himpunan fuzzy untuk input variabel Jalur.Merah yaitu :

$$\mu_{Tidak.Padat}[x] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 216 \\ \frac{360 - x}{360 - 216} & ; 216 \leq x \leq 360 \\ 0 & ; x \geq 360 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} \frac{x - 0}{216 - 0} & ; 0 \leq x \leq 216 \\ 1 & ; 216 \leq x \leq 360 \\ \frac{504 - x}{504 - 360} & ; 360 \leq x \leq 504 \\ 0 & ; x \geq 504 \end{cases}$$

$$\mu_{padat}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 216 \\ \frac{x - 216}{360 - 216} & ; 216 \leq x \leq 360 \\ 1 & ; 360 \leq x \leq 504 \\ \frac{720 - x}{720 - 504} & ; 504 \leq x \leq 720 \\ 0 & ; x \geq 720 \end{cases}$$

$$\mu_{Sangat.Padat}[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 360 \\ \frac{x - 360}{504 - 360} & ; 360 \leq x \leq 504 \\ 1 & ; 504 \leq x \leq 720 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan pada himpunan fuzzy untuk output variabel Waktu.Hijau yaitu :

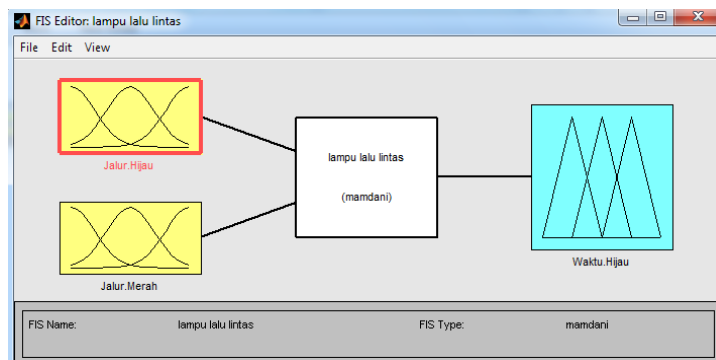
$$\mu_{Sebentar}[z] = \begin{cases} 1 & ; x \leq 18 \\ \frac{30 - x}{30 - 18} & ; 18 \leq x \leq 30 \\ 0 & ; x \geq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}[z] = \begin{cases} \frac{x - 0}{18 - 0} & ; 0 \leq x \leq 18 \\ 1 & ; 18 \leq x \leq 30 \\ \frac{45 - x}{45 - 30} & ; 30 \leq x \leq 42 \\ 0 & ; x \geq 42 \end{cases}$$

$$\mu_{lama}[z] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 18 \\ \frac{x - 18}{30 - 18} & ; 18 \leq x \leq 30 \\ 1 & ; 30 \leq x \leq 42 \\ \frac{60 - x}{60 - 42} & ; 42 \leq x \leq 60 \\ 0 & ; x \geq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Sangat.Lama}[z] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \\ \frac{x - 30}{42 - 30} & ; 30 \leq x \leq 42 \\ 1 & ; 42 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

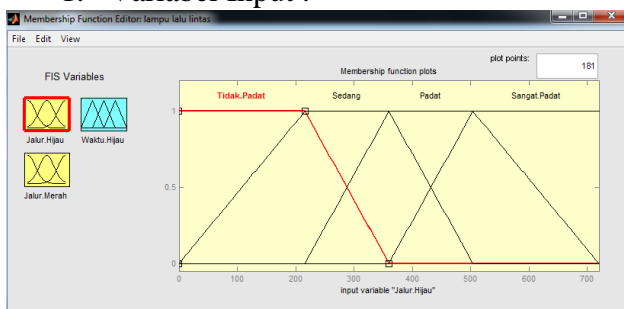
Untuk menghitung jumlah detik lampu hijau, penulis menggunakan FIS yang tersedia pada toolbox MATLAB dengan metode mamdani.



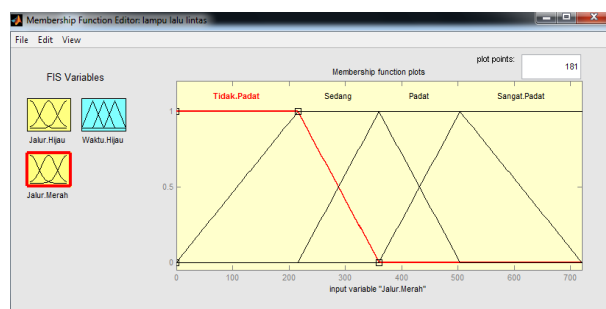
**Gambar 3.** Model Fuzzy Logic

Berikut adalah variabel linguistik yang akan digunakan

1. Variabel Input :

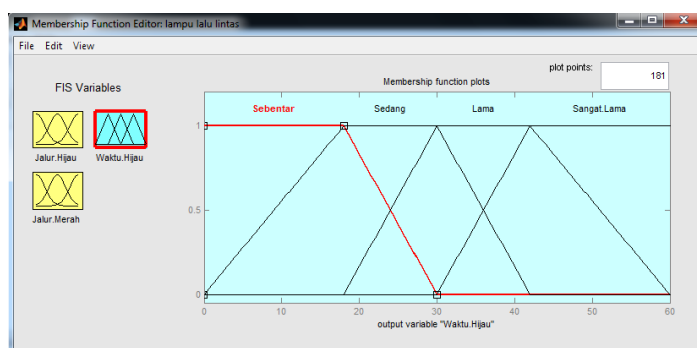


Gambar 4. Model Input Jalur Hijau



Gambar 5. Model Input Jalur.Merah

2. Variabel Output :



Gambar 6. Model Output Lama Waktu.Hijau

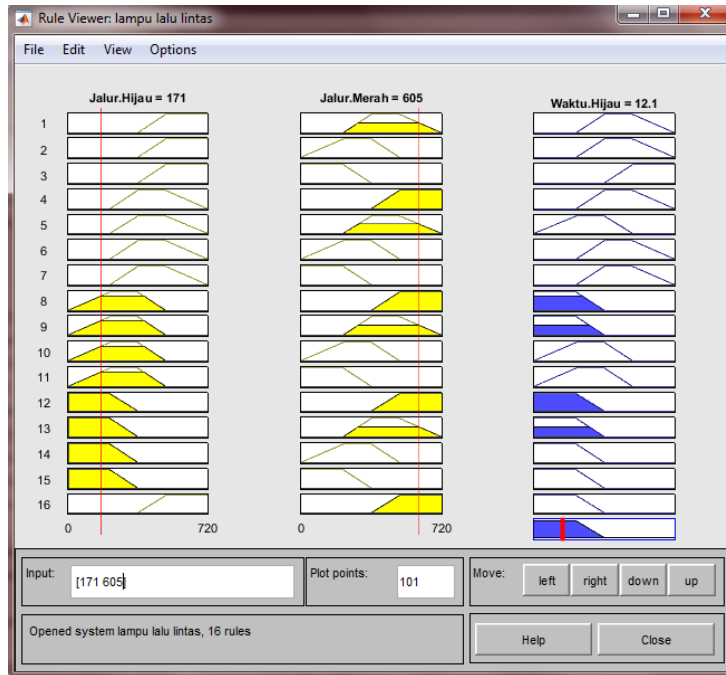
Data perkiraan kepadatan pada suatu jalur didapat dari pakar lalu lintas yaitu polisi lalu lintas, untuk sebuah nilai Jalur.Hijau pada kolom ke-i dan nilai Jalur.Merah pada kolom ke-j, maka didapat IF Jalur.Hijau[i] AND Jalur.Merah[j] THEN Waktu.Hijau[i,j]. maka *rule* atau kondisi yang ditentukan seperti yang tersedia pada Tabel 2.

Tabel 2. Rule atau Kondisi

Jalur.Merah		Jalur.Hijau			
		Sangat.Padat	Padat	Sedang	Tidak.Padat
	Sangat.Padat	Sebentar	Lama	Sebentar	Sebentar
	Padat	Lama	Sedang	Sebentar	Sebentar
	Sedang	Lama	Lama	Sedang	Sebentar
	Tidak.Padat	Sangat.Lama	Lama	Sedang	Sebentar

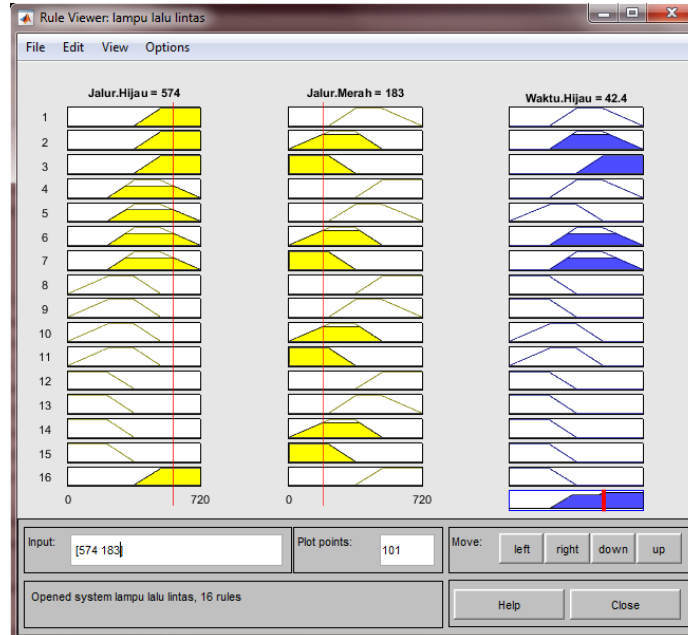
Selanjutnya diuji dengan beberapa putaran dengan menggunakan MATLAB. Berikut adalah simulasi hasil uji coba dengan menggunakan MATLAB.

- Untuk putaran pertama Jalur\_Hijau yang dikendalikan.  
 Input : Jalur.Hijau= 171m<sup>2</sup> dan Jalur.Merah = 605m<sup>2</sup>  
 Output : Waktu.Hijau =12,1 detik



**Gambar 7** Uji Coba Putaran Pertama Jalur.Hijau Yang Dikendalikan

2. Untuk putaran pertama Jalur.Hijau yang dikendalikan.  
 Input : Jalur.Hijau= 574m<sup>2</sup> dan Jalur.Merah = 183m<sup>2</sup>  
 Output : Waktu.Hijau = 42,4 detik



**Gambar 8** Uji Coba Putaran Kedua Jalur.Hijau Yang Dikendalikan

Dari kedua putaran hasil uji coba diatas, dapat dilihat bahwa suatu jalur terdapat jumlah kepadatan kendaraan yang berbeda, maka simpang jalan tersebut mendapatkan jumlah detik lampu hijau yang berbeda pada setiap jalurnya.

#### D. Kesimpulan

Dari pembahasan skripsi diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa simulasi dengan menggunakan *fuzzy inference system* pada MATLAB menghasilkan jumlah detik lampu hijau yang berbeda sesuai dengan input kepadatan kendaraan.

Sistem lampu lalu lintas dengan menggunakan logika fuzzy lebih optimal dibandingkan dengan lampu lalu lintas konvensional, dikarenakan sistem lalu lintas dengan menggunakan logika fuzzy dapat menyesuaikan dengan kepadatan yang sedang terjadi pada suatu persimpangan jalan.

#### E. Saran

Untuk pengembangan penelitian ini, disarankan untuk menggunakan data ukuran kendaraan yang realistis dan pada *input* data pengontrolan lampu lalu lintas hanya memperhatikan setiap jalurnya sedangkan *output* untuk pengontrolan hanya satu jalur yang maju atau mendapatkan lampu hijau kemudian bergantian dengan jalur yang lainnya.

#### Daftar Pustaka

- H. Hisyam, "Penerapan ATCS (Area Traffic Control System) Sebagai Alternatif Solusi Masalah Transportasi Perkotaan," Sabtu Mei 2009. [Online]. Available: [helmyhisyam.blogspot.co.id/2009/05/penerapan-atcs-area-traffic-control.html?m=1](http://helmyhisyam.blogspot.co.id/2009/05/penerapan-atcs-area-traffic-control.html?m=1). [Diakses Minggu Juni 2016].
- Adhitya Yoga Yudanto, Marvin Apriyadi, Kevin Sanjaya, "Optimalisasi Lampu Lalu Lintas dengan Fuzzy Logic," 2013.
- Heri Prasetyo, Utis Sutisna, "Implementasi Algoritma Logika Fuzzy Untuk Sistem Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Mikrokontroler," vol. 15, 2014.
- S. Kusumadewi, Artificial Intelligence, Jogjakarta: Graha Ilmu, 2003.